

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09288827 A

(43) Date of publication of application: 04.11.97

(51) Int. Cl

**G11B 7/00**

**G11B 7/125**

**G11B 19/12**

**G11B 19/28**

(21) Application number: 08120814

(71) Applicant: RICOH CO LTD

(22) Date of filing: 19.04.96

(72) Inventor: SUZUKI HARUYUKI

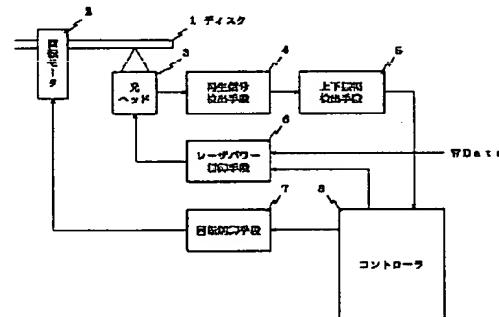
(54) INFORMATION RECORDER

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable the setting of an optimum recording power by providing a means performing a trial writing while varying the recording power of a light beam and a revolving speed determining means determining a revolving speed at the time of an information recording.

**SOLUTION:** A controller 8 is constituted of a microprocessor, an A/D converter and a D/A converter or the like. Moreover, the controller 8 outputs a recording power command to a laser power control means 6. The laser power control means 6 makes the laser of an optical head 3 emit with the recording power in synchronization with recording data (write data WData) based on the recording power command value. Further, the controller 8 outputs not only the recording power command to the laser power control means 6 but also a rotational command to a rotation control means 7. The rotation control means 7 rotates a rotary motor 2 based on the rotational command value.



(19) 日本国特許庁(JP)

# (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-288827

(43) 公開日 平成9年(1997)11月4日

(51) Int. C1. *	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	7/00	9464-5 D	G 1 1 B	Y
		9464-5 D		M
	7/125		7/125	C
19/12	5 0 1		19/12 5 0 1	N
19/28			19/28	B
審査請求 未請求 請求項の数 6		F D		(全13頁)

(21) 出願番号 特願平8-120814

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(22) 出願日 平成8年(1996)4月19日

(72) 発明者 鈴木 晴之

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

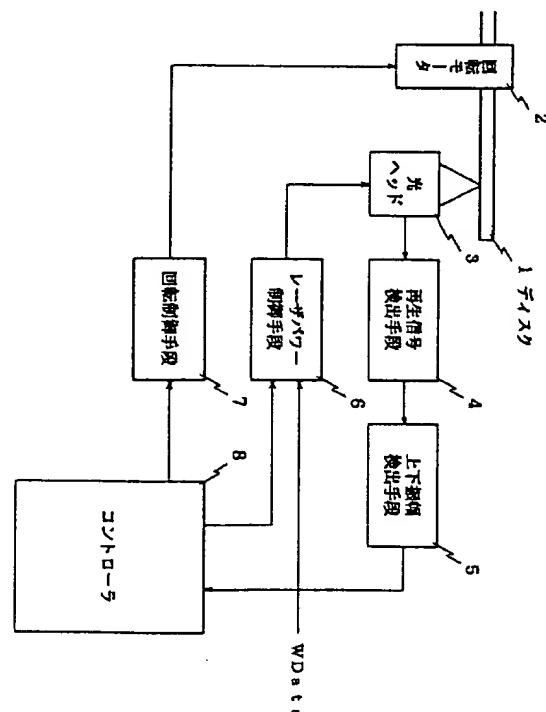
(74) 代理人 弁理士 宮川 俊崇

## (54) 【発明の名称】情報記録装置

### (57) 【要約】

【課題】 ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、最適記録パワーが異なっても、良好な記録マークが形成できるようにし、また、ディスク毎の記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、最適記録パワーがレーザ定格を超えて、レーザ破壊を防止し、さらに、ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、記録パワーに余裕があるときは、高速記録を行う。

【解決手段】 ディスクに光ビームを照射して情報記録マークを形成する情報記録装置において、光ビームの記録パワーを可変させて試し書きを行う手段と、試し書きの結果により情報記録時の回転数を決定する回転数決定手段を設ける。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ディスクに光ビームを照射して情報記録マークを形成する情報記録装置において、前記光ビームの記録パワーを可変させて試し書きを行う手段と、前記試し書きの結果により、情報記録時の回転数を決定する回転数決定手段とを備えたことを特徴とする情報記録装置。

【請求項2】 請求項1の情報記録装置において、前記光ビームの記録パワーを所定の範囲内で可変させるパワー制御手段と、前記ディスクが所定の回転数で回転されているとき、前記パワーを前記所定の範囲内で可変させて試し書きを行い、その結果により最適記録パワーを決定する最適記録パワー決定手段とを備え、前記回転数決定手段は、前記最適記録パワーが前記所定の範囲外のとき、前記所定の回転数とは異なる回転数に設定することを特徴とする情報記録装置。

【請求項3】 請求項2の情報記録装置において、前記最適記録パワー決定手段は、前記最適記録パワーが前記所定の範囲外のとき、前記光ビームのパワーを前記範囲内に限定することを特徴とする情報記録装置。

【請求項4】 ディスクに光ビームを照射して情報記録マークを形成する情報記録装置において、前記ディスクの回転数を可変させて試し書きを行う手段と、前記試し書きの結果により、情報記録時の回転数を決定する回転数決定手段とを備えたことを特徴とする情報記録装置。

【請求項5】 ディスクに光ビームを照射して情報記録マークを形成する情報記録装置において、記録動作中に、前記情報記録マークからの再生信号を得る再生手段と、前記再生信号のレベルと所定値とを比較する比較手段と、前記比較結果により、前記光ビームのパワーと前記ディスクの回転数の一方または両方を可変する制御手段とを備えたことを特徴とする情報記録装置。

【請求項6】 請求項5の情報記録装置において、前記制御手段は、前記比較結果によって制御される前記光ビームのパワーが、所定範囲内のときは、前記比較結果により、前記光ビームのパワーを可変し、所定範囲外のときは、前記比較結果により、前記ディスクの回転数を可変することを特徴とする情報記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、光ディスク装置のような情報記録装置に係り、特に、情報記録装置の記録パワー補正装置および回転制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ディスクに光ビームを照射して情報記録マークを形成する光ディスク装置等の情報記録装置においては、レーザから出射される記録パワーを正確に制御する必要がある。記録パワーの補正方法としては、第1の従来技術として、レーザの記録パワーを数段階に変化させて試し書きを行い、この試し書きを行った領域を再生し、その再生信号の品質を示す指標が最も良い値を示した領域の試し書き時におけるパワーを、最適記録パワーとする光ディスク装置が、すでに提案されている（例えば特開平5-109077号公報）。この光ディスク装置では、2次高調波成分を再生信号の品質を示す指標とし、これが最小となったときのパワーを最適パワーとしている。この光ディスク装置によれば、ディスク毎の記録感度の違いや、周囲温度による感度の違いに応じた最適な記録パワーを設定することができる。

【0003】 第2の従来技術として、記録レーザビームによって実際の記録動作中でピットが形成されているときの戻りレーザビーム（反射光）の強度に基いて、記録パワーを制御することにより、記録媒体の感度のバラツキや傾き等で最適記録パワーが変化しても、常に最適なピットが形成されるようにした記録レーザビームの制御方法も、すでに提案されている（例えば特開平4-10237号公報）。この記録レーザビームの制御方法によれば、ディスク内の記録感度の違いや、実際の情報記録動作中に生じるレーザ波長変動、ビーム位置決め誤差などによる記録効率の変動について補償することができる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 先に述べた第1の従来技術では、レーザの記録パワーを数段階に変化させて試し書きを実行することにより、記録パワーを設定するので、ディスク毎の記録感度の違いや、周囲温度による感度の違いに応じた最適な記録パワーの設定が可能である。しかし、ディスク内の記録感度の違いや、実際の情報記録動作中に生じるレーザ波長変動、ビーム位置決め誤差などによる記録効率の変動については補償することができない、という問題が残されている。

【0005】 また、試し書きにおいて2次高調波が最小になる記録パワーが、変化させた記録パワー範囲の上限になった場合には、多分実際の最適パワーは、検出されたパワーより高いパワーであることが想像される。そのため、この検出された記録パワー範囲の上限状態で記録を行うと、パワー不足の記録マークになり、再生エラーが増大することになる。この方法でも、外挿によって最適パワーを求めるることは可能であるが、その場合には、そのパワーがレーザの定格を超えるレベルがあるかも知れず、レーザの破壊が生じる虞がある。

【0006】 他方、第2の従来技術では、記録レーザビームによって実際の記録動作中でピットが形成されてい

る状態のパワーを検出しているので、ディスク内の記録感度の違いや、実際の情報記録動作中に生じるレーザ波長変動、ビーム位置決め誤差などによる記録効率の変動については補償することが可能である。しかしながら、この第2の従来技術でも、第1の従来技術と同様に、記録パワー要求がレーザ定格を超える虞がある。そこで、一般的な、例えばCD-R (CD Recordable) 装置のような光ディスク装置では、第1の従来技術のように、試し書きによる最適パワーの決定方法と、第2の従来技術のような、記録動作中のパワーの補正方法とを組み合せて用いるようにしている。また、このような問題を回避するために、レーザ定格内で記録パワーが設定できるように制限してしまうと、本来のパワー要求に応えられず、良好な記録マーク形成が行えない、という不都合がある。

【0007】さらに、第1と第2の従来技術では、いずれも記録中のディスクの回転数、すなわち、線速度は所定値のままであって変化しない。ところが、試し書きによって決定した最適パワーが定格上限より低い場合、原理的には、定格一杯で使用すれば線速度をさらに上げることが可能であり、記録時間の短縮ができるはずである。以上を要約すると、第1の従来技術で説明した試し書きによる最適パワーの決定機能を備えた装置や、第2の従来技術で説明した記録中のパワーの補正機能を備えた装置、あるいは両機能を組み合せて備えている装置は、本来のレーザの性能を十分に生かしておらず、効率が低下した状態で使用していることになる。

【0008】この発明の課題は、第1と第2の従来技術における問題点を解決することであり、具体的にいえば、第1に、ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、最適記録パワーが異なっても、良好な記録マークが形成できるようにすることである（請求項1から請求項4の発明）。第2の課題は、ディスク毎の記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、最適記録パワーがレーザ定格を超えて、レーザ破壊が生じないようになることである（請求項1から請求項4の発明）。第3の課題は、ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、記録パワーに余裕があるときは、高速記録を行わせることである（請求項1から請求項4の発明）。

【0009】第4の課題は、実際に情報を記録している最中に、ディスク内の記録感度の違いやレーザ波長変動、ビーム位置決め誤差などによって、記録効率の変動が生じても、常に良好な記録マークが形成できるようにすることである（請求項5と請求項6の発明）。第5の課題は、同じく実際に情報を記録している最中に、ディスク内の記録感度の違いやレーザ波長変動、ビーム位置決め誤差などによって、記録効率の変動が生じても、記録パワー要求がレーザ定格を超えないようにして、レーザ破壊を防止することである（請求項5と請求項6の発

明）。第6の課題は、同じく実際に情報を記録している最中に、記録パワーに余裕があるときは、高速記録を行わせることである（請求項5と請求項6の発明）。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明では、ディスクに光ビームを照射して情報記録マークを形成する情報記録装置において、光ビームの記録パワーを可変させて試し書きを行う手段と、試し書きの結果により、情報記録時の回転数を決定する回転数決定手段とを設けている。

【0011】請求項2の発明では、請求項1の情報記録装置において、光ビームの記録パワーを所定の範囲内で可変させるパワー制御手段と、ディスクが所定の回転数で回転されているとき、パワーを所定の範囲内で可変させて試し書きを行い、その結果により最適記録パワーを決定する最適記録パワー決定手段とを設け、回転数決定手段は、最適記録パワーが所定の範囲外のとき、所定の回転数とは異なる回転数に設定するようにしている。

【0012】請求項3の発明では、請求項2の情報記録装置において、最適記録パワー決定手段は、最適記録パワーが所定の範囲外のとき、光ビームのパワーを範囲内に限定するようにしている。

【0013】請求項4の発明では、ディスクに光ビームを照射して情報記録マークを形成する情報記録装置において、ディスクの回転数を可変させて試し書きを行う手段と、試し書きの結果により、情報記録時の回転数を決定する回転数決定手段とを設けている。

【0014】請求項5の発明では、ディスクに光ビームを照射して情報記録マークを形成する情報記録装置において、記録動作中に、情報記録マークからの再生信号を得る再生手段と、再生信号のレベルと所定値とを比較する比較手段と、比較結果により、光ビームのパワーとディスクの回転数の一方または両方を可変する制御手段とを設けている。

【0015】請求項6の発明では、請求項5の情報記録装置において、制御手段は、比較結果によって制御される光ビームのパワーが、所定範囲内のときは、比較結果により、光ビームのパワーを可変し、所定範囲外のときは、比較結果により、ディスクの回転数を可変するようしている。

【0016】

【発明の実施の形態】この発明の情報記録装置について、図面を参照しながら、その実施の形態を詳細に説明する。以下に順次説明する実施の形態は、第1から第5までであり、第1と第2の実施の形態は、請求項1から請求項3の発明に対応し、第3の実施の形態は、請求項4の発明に対応している。そして、第4と第5の実施の形態は、請求項5と請求項6の発明に対応している。

【0017】第1の実施の形態

この第1の実施の形態は、請求項1から請求項3の発明

に対応している。この第1の実施の形態では、記録パワーを可変させて試し書きを行い、その結果によって情報記録時の回転数を決定する点に特徴を有している。このように、記録パワーを可変させて試し書きを行って回転数を決定する第1の理由は、先に述べたように、ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、最適記録パワーが異なっても、良好な記録マークが形成できるようになるためである。第2の理由は、ディスク毎の記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、最適記録パワーがレーザ定格を超えて、レーザ破壊が生じないようになるためである。第3の理由は、ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、記録パワーに余裕があるときは、高速記録を行わせるためである。最初に、この発明の情報記録装置について説明する。

【0018】図1は、この発明の情報記録装置について、その要部構成の実施の形態の一例を示す機能ブロック図である。図において、1はディスク、2は回転モータ、3は光ヘッド、4は再生信号検出手段、5は上下振幅検出手段、6はレーザパワー制御手段、7は回転制御手段、8はコントローラを示し、WDataはライトデータを示す。

【0019】この図1に示す情報記録装置は、上下振幅検出手段5が付加されている点、およびコントローラ8が後出の図2のフローに従って制御する点を除けば、基本的な構成は従来の装置と同様である。なお、第2の実施の形態でも、ハード構成は同一で、コントローラ8が後出の図4のフローに従って制御している。各部の構成と動作を簡単に述べる。ディスク1は、回転モータ2によって回転駆動される。光ヘッド3は、図示されないレーザ光源や光学系などからなり、ディスク1の任意の情報トラックにアクセスすることが可能である。光ヘッド3から出射されるレーザビームの熱によって、ディスク1の記録面に記録マークが形成される。

【0020】また、レーザビームの反射光も、光ヘッド3によって検出され、再生信号検出手段4により、記録マークからの反射光が電気信号に変換される。通常、記録時には、強いパワーのレーザビームを出射させて記録マークを形成し、再生時には、それよりも弱いパワーで読み取りを行う。この再生信号検出手段4の出力から、上下振幅検出手段5によって、再生信号の上側包絡線レベルと下側包絡線レベルとが検出される。この上側と下側の包絡線レベルは、コントローラ8によって読み取ることが可能である。

【0021】コントローラ8は、公知のマイクロプロセッサやA/D変換器、D/A変換器などで構成されている。また、コントローラ8は、レーザパワー制御手段6に対して記録パワー指令を出力する。レーザパワー制御手段6は、この記録パワー指令値に基いて、記録データ（ライトデータWData）に同期して光ヘッド3のレーザを記録パワーで発光させる。詳しくいえば、レーザ

パワー制御手段6は、レーザの発光パワーを検出するパワー検出手段と、記録パワー指令値と検出された発光パワーとを比較する比較手段とを備え、比較結果に基いて記録レーザを駆動するよう構成されている。したがって、記録用のレーザは、記録パワー指令値に比例したパワーで発光可能である。

【0022】また、先のコントローラ8は、レーザパワー制御手段6に対して記録パワー指令値を出力するだけでなく、回転制御手段7に対しては回転指令を出力する。回転制御手段7は、回転指令値に基いて、回転モータ2を回転させる。詳しくいえば、回転制御手段7は、ディスク1の回転数または線速度を検出する検出手段と、回転指令値と検出された回転数または線速度とを比較する比較手段とを備え、比較結果に基いて回転モータ2を駆動するよう構成されている。したがって、回転モータ2は、回転指令値に比例した角速度または線速度で回転可能である。

【0023】図2は、図1に示した情報記録装置において、記録パワーを可変させて情報記録時の回転数を決定する主要な処理の流れを示すフローチャートである。図において、#1～#6はステップを示す。

【0024】この図2のフローで、ステップ#1～#3の処理自体は公知であり、ステップ#4～#6の処理に特徴がある。ステップ#1で、記録パワーPwを下限Llimから上限Ulimまで可変させて、ディスク1の所定の試し書き領域にテスト用記録パターンを順次記録する。このとき、コントローラ8は、記録パワーPwを可変させるために、記録パワー指令をレーザパワー制御手段6に出力する。記録パターンとしては、例えばランダム記録データを所定の記録変調方式に基いてデジタル変調したものを用いる。また、記録パワーPwの可変量（きざみ）をPdで示す。

【0025】ここで、パワー下限Llimとパワー上限Ulim、および可変量（きざみ）Pdの具体的な値の一例を示すと、Llim = 6mw、Ulim = 10mw、Pd = 0.5mwのように設定することができる。そして、この場合には、9通りの記録パワーPwで順次記録することが可能である。なお、パワー上限Ulimは、レーザ定格値の近くに設定しておけば、レーザを破壊しない範囲で、幅広い感度の異なるディスクに対応することができるので、好ましい。

【0026】ステップ#2で、先に記録した試し書き領域を順次再生し、再生信号品質の指標（βと呼ばれている）を検出する。この再生信号品質の指標βは、記録パワーPw毎に得られるので、Pw対βの表を求めることができる。この指標βについては、後で詳しく説明するが、この指標βは、記録パワーPwが不足のときは負の値で、過大のときは正の値となり、記録パワーPwに対して単調に増加する指標である。次のステップ#3で、得られたPw対β表から、最適な記録パワーPwoを求め

る。例えば、 $\beta = 0$ となる  $P_w$  が、最適パワーである。この最適な記録パワー  $P_{wo}$  は、先の  $P_w$  対  $\beta$  表のデータから適当な近似直線または曲線を求ることによって、容易に算出することができる。

【0027】先に述べたように、この第1の実施の形態では、以下のステップ #4～#6の処理に特徴があり、コントローラ8が制御を司る。ステップ #4で、先に得られた最適な記録パワー  $P_{wo}$  が、パワー上限  $U_{lim}$  を上回っていないかどうか判断する。最適な記録パワー  $P_{wo}$  がパワー上限  $U_{lim}$  を上回っていれば、ステップ #5へ進み、記録パワー  $P_w$  をその上限値である  $U_{lim}$  に設定し、ディスク回転数を補正する。

【0028】例えば、ディスクの通常回転数（または線速度）を  $f_o$  とすれば、ディスクの回転数  $f_o'$  は、

【数1】

$$f_o' = f_o * (U_{lim} / P_{wo})^2 \quad \dots \dots (1)$$

の式(1)のように補正する。したがって、この場合の回転数は、記録パワーの不足分の2乗に比例して小さくする。なお、この状態では、記録パワー  $P_w$  は、パワー上限  $U_{lim}$  になっているはずである ( $P_w = U_{lim}$ )。

【0029】一般的に、記録可能な回転式光ディスクの必要記録エネルギーは、線速度の平方根にほぼ比例するので、上記の式(1)に従って回転数を下げれば、良好な記録が可能になるので、好ましい結果が得られる。また、先のステップ #4で判断した結果、最適な記録パワー  $P_{wo}$  がパワー上限  $U_{lim}$  を上回っていないとき（パワー上限  $U_{lim}$  値以下のとき）は、ステップ #6へ進み、最適な記録パワー  $P_{wo}$  をそのまま記録パワー  $P_w$  とし、回転数もディスクの通常回転数（または線速度）  $f_o$  のままにする。

【0030】なお、以上の実施の形態では、ディスクの回転数を中心に述べたが、線速度一定の記録方式の場合には、「回転数」の代りに「線速度」を採用すればよい。この発明の情報記録装置は、回転数（角速度）一定あるいは線速度一定のいずれの方式にも適用することが可能である。以下の説明においても、全て同様で、「回転数」を中心にして説明するが、「線速度」についても適用することが可能であり、両者を包含することはいうまでもない。以上のステップ #1～#6、特に後半のステップ #4～#6の処理により、レーザパワーはパワー上限  $U_{lim}$  値を超えることがないように制御され、結果としてレーザ破壊も防止される。また、最適な記録状態が、一方では記録パワー  $P_w$  を選択することによって、他方では、回転数を選択することによって、それぞれ実現される。次に、先に述べた再生信号品質の指標  $\beta$  について、詳しく説明する。

【0031】図3は、再生信号品質の指標の一つとして、 $\beta$  値を説明するで、(1) は記録パワーが不足の場合、(2) は適正な場合、(3) は過大な場合を示す図である。図の横軸は時間  $t$ 、縦軸は高周波信号（再生信号）

$HF\ Signal$  を示し、A1は上側包絡線のレベル、A2は下側包絡線のレベルを示す。

【0032】再生信号は、この図3の縦軸に示すように、高周波信号  $HF\ Signal$  と呼ばれる信号で検出される。記録マークは、一般的に、短いマークから長いマークまで複数の種類が存在している。この図3では、この高周波信号  $HF\ Signal$  をAC結合（直流成分を遮断した信号）して、再生したときの波形を模式的に示している。

10 【0033】例えば、図3(1)のように、記録パワーが不足しているときは、上側包絡線のレベル A1 と下側包絡線のレベル A2 とが下側にシフトされ、逆に、図3(3)のように、記録パワーが過大なときは、上側包絡線のレベル A1 と下側包絡線のレベル A2 とが上側にシフトされている。ここで、 $\beta$  値を、シフト量を振幅で正規化した量として、

【数2】

$$\beta = (A1 + A2) / (A1 - A2) \quad \dots \dots (2)$$

の式(2)のように定義する。したがって、適正ならば、

20 20 ほぼ  $\beta = 0$  になる。なお、このような指標  $\beta$  の値の代りに、従来技術（特開平5-109077号公報）で説明したように、再生信号2次高調波成分という指標を用いることも可能である。要するに、パワーを変化させながら（ふりながら）記録した試し書き領域の再生信号から、最適な記録パワー  $P_{wo}$  が得られる方法であれば十分である。

【0034】第2の実施の形態

この第2の実施の形態も、請求項1から請求項3の発明に対応している。この第2の実施の形態でも、ハード構

30 30 成は、先の図1と同様であり、コントローラ8による制御（アルゴリズム）が、先の第1の実施の形態の場合と異なるだけである。次に、第2の実施の形態における動作を、フローに示す。

【0035】図4は、図1に示した情報記録装置において、第2の実施の形態による記録パワーの可変と情報記録時の回転数決定時における主要な処理の流れを示すフローチャートである。図において、#11～#16はステップを示す。

【0036】ステップ #11からステップ #14の処理40 40 は、先の図2のステップ #1からステップ #4と同様である。すなわち、ステップ #11からステップ #13までの処理によって、最適な記録パワー  $P_{wo}$  が得られる。そして、ステップ #14で、得られた最適な記録パワー  $P_{wo}$  が、パワー上限  $U_{lim}$  を上回っていないかどうか判断する。

【0037】この第2の実施の形態では、このステップ #14で判断した結果、最適な記録パワー  $P_{wo}$  がパワー上限  $U_{lim}$  を上回っていれば、ステップ #15へ進み、線速度（または回転数）を一定値だけ小さくする。その後、再び先のステップ #11へ戻り、最適な記録パワー

$P_{wo}$ がパワー上限  $U_{lim}$  を上回らない値になるまで、同様の処理を繰り返す。このような処理によって、最適な記録パワー  $P_{wo}$  がパワー上限  $U_{lim}$  を上回らない値になると、このループを抜け、ステップ #16 で記録パワーを  $P_{wo}$  に設定する。その他の処理は、先の図 2 と同様である。したがって、最適な記録パワーが上限  $U_{lim}$  を超えない範囲で、必要な回転数を下げて良好な記録状態が得られる。この第 2 の実施の形態による効果は、最適パワーとして、 $P_w$  対  $\beta$  表から直接求められた値を採用しているので、先の図 2 の処理を行うアルゴリズムよりも、正確な最適記録状態が得られる、という点である。また、先の図 2 や図 4 に関連して説明した処理では、記録パワーが不足のときは、ほぼ上限のパワーに制限されるため、レーザ破壊にいたることがなく、しかもレーザ能力を最大限に活用すると共に、記録速度を必要に遅くすることがない、という効果も得られる（請求項 3 の発明）。ここで、先の図 3 によって説明した再生信号品質の指標  $\beta$  と、記録パワー  $P_w$  との関係について、説明を加える。

【0038】図 5 は、記録パワー  $P_w$  と指標  $\beta$  との関係を示す特性図で、(1) は  $P_w$  対  $\beta$  の関係が複数存在することを説明する図、(2) は線速度を小さくすると  $P_w$  対  $\beta$  の特性が上方向にシフトすることを説明する図である。図の横軸は記録パワー  $P_w$ 、縦軸は指標  $\beta$  を示す。

【0039】図 5 (1) は、ディスクの記録感度の違いや、周囲温度等によって、 $P_w$  対  $\beta$  の関係が複数存在していることを示している。この図 5 (1) では、3 つの特性曲線を示しているが、どの特性となるかは、ディスクの記録感度の違いや、周囲温度等によって決定される。また、図 5 (2) は、線速度を変化させた場合で、線速度を小さくすると、 $P_w$  対  $\beta$  の特性曲線が上方向にシフトされることが判る。

【0040】例えば、線速度が最も速い一番下のプロットについて、最適記録パワー  $P_{wo}$  を求めると、パワー上限  $U_{lim}$  を超えてしまう。したがって、このままの状態で記録パワー  $P_w$  を設定すると、レーザ破壊が生じる危険性がある。そこで、線速度を遅くすると、例えば中央に示した特性曲線のように、プロットが上方にシフトされ、そのパワー上限  $U_{lim}$  より以下に、最適記録パワー  $P_{wo}$  が入るようになる。先の図 2 や図 4 に示したコントローラ 8 による制御（アルゴリズム）は、この図 5 (2) に示したような特性を利用している。

#### 【0041】第 3 の実施の形態

この第 3 の実施の形態は、請求項 4 の発明に対応している。先の第 1 と第 2 の実施の形態では、記録パワーを可変させて試し書きを行い、その結果によって情報記録時の回転数を決定する場合を説明した。この第 3 の実施の形態では、記録パワーを一定にし、ディスクの回転数を可変させて試し書きを行い、その結果によって情報記録時の回転数を決定する点に特徴を有している。このよう

に、ディスクの回転数を可変させて試し書きを行い、その結果によって情報記録時の回転数を決定する理由は、先の第 1 や第 2 の実施の形態と同様である。

【0042】すなわち、第 1 の理由は、先に述べたように、ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、最適記録パワーが異なっても、良好な記録マークが形成できるようにするためである。第 2 の理由は、ディスク毎の記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、最適記録パワーがレーザ定格を超えて、レーザ破壊が生じないようにするためである。第 3 の理由は、ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いによって、記録パワーに余裕があるときは、高速記録を行わせるためである。この第 3 の実施の形態でも、ハード構成は、先の図 1 と同様であるが、この場合には、記録パワー  $P_w$  を所定値とする。例えば、先に説明したようなパワー上限  $U_{lim}$  の付近に設定する。

【0043】図 6 は、図 1 に示した情報記録装置において、第 3 の実施の形態によるディスクの回転数を可変させて情報記録時の回転数を決定する主要な処理の流れを示すフローチャートである。図において、#21～#23 はステップを示す。

【0044】ステップ #21 で、線速度（または回転数）を下限  $L_{lim}$  から上限  $U_{lim}$  まで可変させて、ディスク 1 の所定の試し書き領域にテスト用記録パターンを順次記録する。ステップ #22 で、先に記録した試し書き領域を順次再生して、「線速度」対「再生信号品質の指標（ $\beta$ ）」の表を得る。次のステップ #23 で、得られた「線速度」対「再生信号品質の指標（ $\beta$ ）」の表から、最適な線速度  $V_o$  を算出する。この最適な  $V_o$  を算出する手法には、先の図 2 の制御（アルゴリズム）で説明したような、適当な近似法を利用することができる。

【0045】このようにして求められた  $V_o$  の値を、線速度として回転指令を出して、実際のデータ記録を行う。このような制御により、パワー上限  $U_{lim}$  の付近における最適線速度による記録が可能になる。この場合に、通常の線速度（または回転数）を設定したとき、記録パワー  $P_w$  に余裕があれば、性能としては、さらに速い線速度で記録することができるはずである。この第 3 の実施の形態では、記録パワーの上限  $U_{lim}$  の付近で可能な限り速い線速度が設定されるので、高速記録を行うことができる。

【0046】なお、先の図 6 のフローでは、記録パワーの可変制御は行わないため、装置の構成は、図 1 の装置よりも簡単で済むので、その分だけ低コストになる。また、先の図 2 に示したフローに、「記録パワー  $P_w$  に余裕があれば、回転数を増加させる」という変更も、容易に行うことができる。例えば、ステップ #4（先に得られた最適な記録パワー  $P_{wo}$  が、パワー上限  $U_{lim}$  を上回っていないかどうか判断する処理）と、ステップ #6（最適な記録パワー  $P_{wo}$  をそのまま記録パワー  $P_w$  と

し、回転数もディスクの通常回転数  $f_0$  のままにする処理) とを削除して、ステップ#3の処理の後は、ステップ#5へ移るようによればよい。

【0047】ステップ#5の処理は、記録パワー  $P_w$  をその上限値である  $U_{lim}$  に設定し、ディスク回転数を補正する処理である。パワーに余裕があるときは、必ず、記録パワー  $P_w <$  パワー上限  $U_{lim}$  であるから、 $(U_{lim} / P_w) > 1$  となり、回転数が増加される。ところで、線速度を大きくすれば、指標  $\beta$  の値は減少する。この関係を、次の図7に示す。

【0048】図7は、線速度と指標  $\beta$  との関係を示す特性図である。図の横軸は線速度、縦軸は指標  $\beta$  を示す。

【0049】この図7に示すように、再生信号品質の指標  $\beta$  は、線速度が大きくなると、反対に小さくなる、という特性をもっている。この図7に示した特性が、先の図6に示した制御(アルゴリズム)で使用する「線速度」対「 $\beta$  値」の一例である。なお、すでに何回も述べたように、この発明の実施の形態では、再生信号品質の指標  $\beta$  を使用する場合を主として説明したが、このような  $\beta$  値に限定されるものではなく、別の再生信号品質の指標を使用することが可能である。

【0050】しかし、この  $\beta$  値は、簡単な包絡線検出回路とマイクロコンピュータによって測定できるので、例えば2次高調波や再生エラー率を測定して指標とする方法に比べて、装置をかなり簡単に構成することが可能である。したがって、この  $\beta$  値を利用するものが、実用上は極めて好ましい方法であることはいうまでもない。

#### 【0051】第4の実施の形態

この第4の実施の形態は、請求項5と請求項6の発明に対応している。先の第1から第3の実施の形態では、記録パワーを可変させたり、ディスクの回転数を可変させて試し書きを行い、その結果によって情報記録時の回転数を決定する場合を説明した。この第4の実施の形態では、記録動作中において、記録マークからの再生信号のレベルと所定値との比較結果により、記録パワーとディスクの回転数の一方または両方を可変する点に特徴を有している。

【0052】そのため、実際の情報を記録している最中に、ディスク内の記録感度の違いや、レーザ波長変動、ビーム位置決め誤差などによる記録効率の変動が生じても、常に良好な記録マークを形成することができる、という効果が得られる。具体的にいえば、マーク形成状況を示すBレベルを基準として設定しておき、実際に行われた記録を再生し、その再生信号レベルをサンプリングして、このBレベルと比較する。

【0053】図8は、この発明の情報記録装置の第4の実施の形態について、要部構成の一例を示す機能ブロック図である。図における符号は図1と同様であり、11はBレベル検出手段、12は比較器、13は第1の積分器、14は第2の積分器、15はコントローラを示し、

$P_w$  は目標パワー指令、Vは回転指令値を示す。

【0054】この図8に示す情報記録装置は、先の図1の上下振幅検出手段5の代りに、11～14で示した各ブロックが設けられている。なお、コントローラ15は、基本的な制御動作は、図1のコントローラ8とほぼ同様であるが、制御が異なるので別の符号を付けている。Bレベル検出手段11は、レーザが記録パワーレベルで発光しているときの再生信号レベルをサンプリングして、Bレベルという信号を出力する。先に述べたように、このBレベルの信号は、マーク形成状況を示す信号で、例えば、マーク形成が不足のときは、Bレベルが高いレベルとなり、逆に、マーク形成が過剰のときは、Bレベルは低いレベルになる。

10 【0055】そして、Bレベルが所定の値になっている状態が、最適な記録状態である。この所定のBレベルを目標レベルとし、実際のBレベルと比較器12で比較する。その比較結果は、第1の積分器13と、第2の積分器14へ送られる。まず、一方の第1の積分器13は、検出Bレベルを積分して、目標パワー指令  $P_w$  を出力する。この状態で、検出Bレベルが目標Bレベルより低くなると、目標パワー指令  $P_w$  を減少させて、マーク形成が過剰にならないように制御する。

20 【0056】したがって、検出Bレベルは上昇され、目標Bレベルと一致する。他方の第2の積分器14は、目標Bレベルを積分して、回転指令値Vを出力する。そして、検出Bレベルが目標Bレベルより低くなると、回転指令値Vが増加してディスクの回転が速くなり、マーク形成が過剰にならないように制御する。そのため、検出Bレベルは上昇され、目標Bレベルと一致する。

30 【0057】これらの第1の積分器13と第2の積分器14は、それぞれコントローラ15からの保持指令によって積分を停止し、直前の積分値を保持する。また、保持指令が解除されると、積分を行う。コントローラ15は、第1の積分器13の出力( $P_w$ )と、第2の積分器14の出力(V)とを入力し、また、これら第1と第2の積分器13, 14に対して、それぞれの保持指令を出力する。この状態で、現在の記録パワー( $P_w$ )と回転数(V)に応じて、第1と第2の積分器13, 14のいずれか一方を動作させ、他方を保持状態にする。すなわち、現在の記録パワー( $P_w$ )と回転数(V)とを監視し、パワー目標値と異なるときは、検出Bレベルと目標Bレベルとの比較結果により、記録パワー( $P_w$ )と回転数(V)のどちらかを可変制御する。

40 【0058】より具体的にいえば、記録パワー( $P_w$ )がその上限  $U_{lim}$  を超えそうになったら、それ以上にパワーが上がらないように第1の積分器13を保持状態にし、第2の積分器14をオンにして積分を開始させる。その結果、回転数が下がり、記録状態が適切な状態にされる。その後、記録状態が過剰気味になると、回転数が上昇し始め、ある回転数(例えば最初の通常回転数)に

達すると、今度は、第2の積分器14を保持状態にして、第1の積分器13をオンにして積分を開始させる。この関係を状態遷移図で示すと、次の図9のようになる。

【0059】図9は、第4の実施の形態によるコントローラ15の状態遷移図である。図において、S1とS2は状態、int1は第1の積分器13、int2は第2の積分器14を示し、UlimはパワーPwの上限値、Vnは通常回転数(nominal)を示す。

【0060】この図9に示すように、図8のコントローラ15は、2つの状態S1、S2からなる順序回路構成になっている。まず、状態S1で、int1(第1の積分器13)はオン、int2(第2の積分器14)はホールドにする。そして、目標パワー指令Pwとパワー上限Ulimとの関係が、Pw < Ulimのときは、状態S1のままにし、Pw ≥ Ulimのときは、状態S2にする。状態S2では、逆に、int1(第1の積分器13)をホールド、int2(第2の積分器14)をオンにする。

【0061】この状態S2は、回転指令値Vと実際の回転数(検出された回転数)との関係が、V < Vn(最初の通常回転数)の間は持続され、両者の関係が、V ≥ Vnになると、状態S1にする。コントローラ15がこのような動作を行うことにより、パワーPwがその上限Ulimに達するまでは、目標Bレベルと検出Bレベルとの比較結果によってパワーPwを制御し、パワーPwがその上限Ulimに達すると、目標Bレベルと検出Bレベルとの比較結果によって、回転数Vを制御することができる。この場合の記録パワーPwと回転数Vの関係を波形図で示すと、次の図10に示すように変化する。

【0062】図10は、第4の実施の形態において、コントローラ15の状態遷移に基く記録パワーPwと回転数Vの関係を示す波形図である。図の横軸は時間tで、波形Pwは記録パワーPw、Vは回転数Vを示し、S1とS2は状態、Ulimはパワーの上限値、Vnは通常回転数を示す。

【0063】この図10からも明らかなように、最初は、回転数Vが一定で、記録パワーPwが順次増加する。そして、記録パワーPwが、その上限Ulimに達すると、記録パワーPwは一定になり、回転数Vが低下する。回転数Vが低下すると、記録パワーPwに余裕に生じるので、回転数Vは一旦最低のレベルまで低下するが、その後は上昇する。回転数Vが通常回転数Vnに戻ると、その後は一定になり、記録パワーPwが上限Ulimから下がることになる。

【0064】この間の状態は、先の図9の状態遷移図に示したとおりで、状態は、S1 → S2 → S1 → S2のように変化する。以上のように、記録パワーが不足すると、ディスクの回転数が下がり、記録パワーに余裕が生じると、ディスクの回転数が上がるるので、記録パワーを

常に上限に近いレベルに設定することが可能になる。

【0065】なお、以上の実施の形態では、記録中のマーク形成状況の検出に、Bレベルという量を採用する場合を説明したが、記録中のマーク形成状況には、必ずしもBレベルという量を採用することは必要ではない。例えば、先に第2の従来技術(特開平4-10237号公報)として説明した記録レーザビームの制御方法では、その図1や図2に示されているような記録パルスの発光中の再生信号の初期強度(VA:マーク形成過程の前)

10 と、後半強度(VB:マーク形成過程の後)との差を初期強度(VA)で正規化した量(変調度)を使用している。この発明の情報記録装置でも、先の述べたBレベルという量の代りに、この第2の従来技術で使用している記録パルスの発光中の再生信号の初期強度(VA)と後半強度(VB:マーク形成過程の後)との差を初期強度(VA)で正規化した量(変調度)を使用しても、同様の効果が得られることは明らかである。

【0066】第5の実施の形態

この第5の実施の形態も、請求項5と請求項6の発明に20 対応している。先の第4の実施の形態では、状態S2の判断基準となる回転数Vが、通常回転数Vnの場合を説明した。この第5の実施の形態では、この回転数Vを、通常回転数Vnより大きいVn2に設定する点に特徴を有している。この第5の実施の形態でも、ハード構成は、先の図8と同様であるが、コントローラ15による制御が異なっている。

【0067】この第5の実施の形態のように、状態S2の判断基準となる回転数Vを、通常回転数より高くする(Vn2 > Vn)ことによって、記録パワーPwがその30 上限Ulimに限定された後に、記録パワーPwに余裕が生じたときは、記録パワーPwを低下させる代りに、回転数Vを通常のVnより増加させることができるので、高速に記録を行うことができる。この関係を状態遷移図で示すと、次の図11のようになる。

【0068】図11は、第5の実施の形態によるコントローラ15の状態遷移図である。図における符号は図9と同様であり、Vn2は通常回転数より大きい基準回転数を示す。

【0069】この図11の状態遷移図は、先の図9の状40 態遷移図とほとんど同様であるが、状態S2の判断基準となる回転数Vが、先の通常回転数Vnより大きいVn2になっている。状態S1は先の図9と同様で、int1(第1の積分器13)はオン、int2(第2の積分器14)はホールドにする。そして、目標パワー指令Pwとパワー上限Ulimとの関係が、Pw < Ulimのときは、状態S1のままにし、Pw ≥ Ulimのときは、状態S2にする。

【0070】状態S2では、逆に、int1(第1の積分器13)をホールド、int2(第2の積分器14)をオンにする。この状態S2は、回転指令値Vと実際の

回転数  $V_{n2}$  との関係が、 $V < V_{n2}$  の間は持続され、両者の関係が、 $V \geq V_{n2}$  になると、状態 S1 にする。コントローラ 15 がこのような動作を行うことにより、パワー  $P_w$  がその上限  $U_{lim}$  に達するまでは、目標 B レベルと検出 B レベルとの比較結果によってパワー  $P_w$  を制御し、パワー  $P_w$  がその上限  $U_{lim}$  に達すると、目標 B レベルと検出 B レベルとの比較結果によって、回転数  $V$  を制御することができる。

【0071】このように設定することにより、記録パワー  $P_w$  がパワー上限  $U_{lim}$  で制限された後に、記録パワーに余裕があれば、記録パワー  $P_w$  を下げるのではなく、ディスク回転数を通常回転数  $V_{n}$  より上昇させることができると可能になる。したがって、先の第4の実施の形態の場合に比べて、さらに高速に記録動作を行うことができる。この場合の記録パワー  $P_w$  と回転数  $V$  の関係を波形図で示すと、次の図12に示すようになる。

【0072】図12は、第5の実施の形態において、コントローラ 15 の状態遷移に基く記録パワー  $P_w$  と回転数  $V$  の関係を示す波形図である。図の横軸や波形の符号は図10と同様であり、 $V_{n2}$  は通常回転数より大きい基準回転数を示す。

【0073】この図12の場合にも、状態 S1 の間は、先の図10と同様である。この状態 S1 において、記録パワー  $P_w$  がその上限  $U_{lim}$  に達すると、状態 S2 に切り換えられ、記録パワー  $P_w$  は一定になり、回転数  $V$  が低下する。この状態 S2 において、記録パワー  $P_w$  に余裕があると、ディスクの回転数  $V$  を上昇させる。この場合には、通常の回転数  $V_{n}$  に達しても、なお、記録パワー  $P_w$  に余裕があれば、回転数  $V$  はさらに上昇され、予め設定された切り換え基準回転数  $V_{n2}$  なるまで、回転数  $V$  を上昇させることができる。

【0074】ここで、基準回転数  $V_{n2}$  を十分に大きく設定しておけば、記録パワー  $P_w$  が上限  $U_{lim}$  に貼り付いた状態（最大パワー）で、可能な限り速い回転を行うことができる。したがって、高速に記録動作を行うことが可能になる。なお、この基準回転数  $V_{n2}$  を余り大きな値に設定すると、ヘッドの位置決め制御が問題になるので、装置の性能に合せて可能な限り大きな値を選択することは改めていうまでもない。

【0075】以上に説明した第5の実施の形態および先の第4の実施の形態では、目標 B レベルと検出 B レベルとの比較結果によって、記録パワー  $P_w$  あるいは回転数  $V$  のいずれか一方を可変制御する場合を説明した。しかし、目標 B レベルと検出 B レベルとの比較結果によって、記録パワー  $P_w$  と回転数  $V$  の両方を同時に可変制御することもできる。この場合には、先の図8の第1の積分器 13 と第2の積分器 14 を、いずれもオンにする。その際、第1の積分器 13 の積分利得を、第2の積分器 14 の積分利得よりも高く設定しておけば、急速な記録パワー要求の変化（すなわち、B レベル変化）には記録

パワー  $P_w$  が追従し、ゆっくりとした記録パワー要求の変化には回転モータが追従する（回転数  $V$  の変化）よう構成することができる。なお、レーザ破壊を生じさせないために、記録パワー  $P_w$  に上限  $U_{lim}$  を設けておくことはいうまでもない。

【0076】このように構成すれば、基本的には、記録パワー  $P_w$  が、ほぼ上限  $U_{lim}$  に達した状態で、回転数  $V$  を可能な限り速くする動作が実現される。そして、急速に記録パワー要求が変化したとき（この場合は、記録パワー  $P_w$  を下げる方向に変化する）には、速やかに記録パワー  $P_w$  が制御されるので、より精密に制御により、良好な記録状態を維持することが可能になる。なお、この第5の実施の形態においても、B レベルという量の代りに、第2の従来技術で使用している記録パルスの発光中の再生信号の初期強度（VA）と後半強度（VB：マーク形成過程の後）との差を初期強度（VA）で正規化した量（変調度）を使用することが可能であるから、この発明の情報記録装置は、実施の形態の場合に限定されるものではない。

【0077】

【発明の効果】請求項1の情報記録装置では、記録パワーを可変させて試し書きを行った結果により、ディスク回転数を決定するようしている。したがって、ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いにより、最適記録パワーが異なっても、回転数が調整され、良好な記録マークを形成することができる。また、記録パワーが不足している場合には、回転数が下がるので、レーザパワーのカバーできる範囲外のディスクも使用可能となり、多くの種類のディスクを扱うことができ、互換性が向上される。さらに、低パワーのレーザの使用も可能になると共に、出射光学系のバラツキによるパワー効率許容範囲を広くとることもできるので、結果的に安価な部品の使用も可能になり、製品のコストダウンも実現される。その上、記録パワーに余裕があれば、回転数が上昇されるので、高速記録を行わせることもできる。

【0078】請求項2の情報記録装置では、請求項1の情報記録装置において、ディスクが所定の回転数で駆動されているときに、記録パワーを所定の範囲内で可変させて試し書きを行い、その結果によって最適記録パワーを決定する最適記録パワー決定手段を備えている。したがって、請求項1の情報記録装置による効果に加えて、ディスクの記録感度の違いや周囲温度等の違いがあつても、より正確に最適記録パワーを決定することができる。また、付加された最適記録パワー決定手段は、最適記録パワーが所定の範囲外のときには、所定の回転数とは異なる回転数に設定するので、最適記録パワーがレーザ定格を超えて、回転数が低下されるため、レーザパワーを定格内に収めることができになり、レーザ破壊が未然に防止される。

【0079】請求項3の情報記録装置では、請求項2の

情報記録装置において、記録パワーを上限でリミットするようにしている。したがって、請求項2の情報記録装置による効果に加えて、レーザ能力をフルに生かすことができる。

【0080】請求項4の情報記録装置では、記録パワーを一定にした状態で、ディスクの回転数を可変させて試し書きを行い、その結果によって情報記録時の回転数を決定するようにしている。したがって、請求項1の情報記録装置と同様の効果が得られる。また、記録パワーを可変する必要がないので、装置が簡単になり低コスト化も実現される。

【0081】請求項5の情報記録装置では、記録動作中において、記録マークからの再生信号のレベルと所定値との比較結果によって、記録パワーとディスクの回転数の一方または両方を可変するようにしている。したがって、実際の情報を記録している最中に、ディスク内の記録感度の違いや、レーザ波長変動、ビーム位置決め誤差などによる記録効率の変動が生じても、常に良好な記録マークを形成することができる。また、記録パワーが不足している場合には、回転数が下がるので、レーザパワーのカバーできる範囲外のディスクも使用可能となり、多くの種類のディスクを扱うことができ、互換性が向上される。さらに、低パワーのレーザの使用も可能になると共に、出射光学系のバラツキによるパワー効率許容範囲を広くとることもできるので、結果的に安価な部品の使用も可能になり、製品のコストダウンも実現される。その上、実際の情報を記録している最中に、記録パワーに余裕があれば、回転数が上昇されるので、高速記録を行わせることもできる。

【0082】請求項6の情報記録装置では、請求項5の情報記録装置において、記録動作中において、記録マークからの再生信号のレベルと所定値との比較結果により制御される光ビームのパワーが所定範囲内のときは、光ビームのパワーを可変し、所定範囲外のときは、ディスクの回転数を可変するようにしている。したがって、請求項5の情報記録装置による効果に加えて、記録パワー要求がレーザ定格を超えて、回転数が低下されるので、レーザパワーを定格内に収めることができ、レーザ破壊が未然に防止される。しかも、光ビームのパワーが所定範囲内の急激な記録パワー要求の変化に対応して、速やかに記録パワーが調整されるので、高速記録を行なながら良好な記録状態を維持することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の情報記録装置について、その要部構

成の実施の形態の一例を示す機能ブロック図である。

【図2】図1に示した情報記録装置において、記録パワーを可変させて情報記録時の回転数を決定する主要な処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】再生信号品質の指標の一つとして、 $\beta$ 値を説明するである。

【図4】図1に示した情報記録装置において、第2の実施の形態による記録パワーの可変と情報記録時の回転数決定時における主要な処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】記録パワー  $P_w$  と指標  $\beta$  との関係を示す特性図である。

【図6】図1に示した情報記録装置において、第3の実施の形態によるディスクの回転数を可変させて情報記録時の回転数を決定する主要な処理の流れを示すフローチャートである。

【図7】線速度と指標  $\beta$  との関係を示す特性図である。図の横軸は線速度、縦軸は指標  $\beta$  を示す。

【図8】この発明の情報記録装置の第4の実施の形態について、要部構成の一例を示す機能ブロック図である。

【図9】第4の実施の形態によるコントローラ15の状態遷移図である。

【図10】第4の実施の形態において、コントローラ15の状態遷移に基く記録パワー  $P_w$  と回転数  $V$  の関係を示す波形図である。

【図11】第5の実施の形態によるコントローラ15の状態遷移図である。

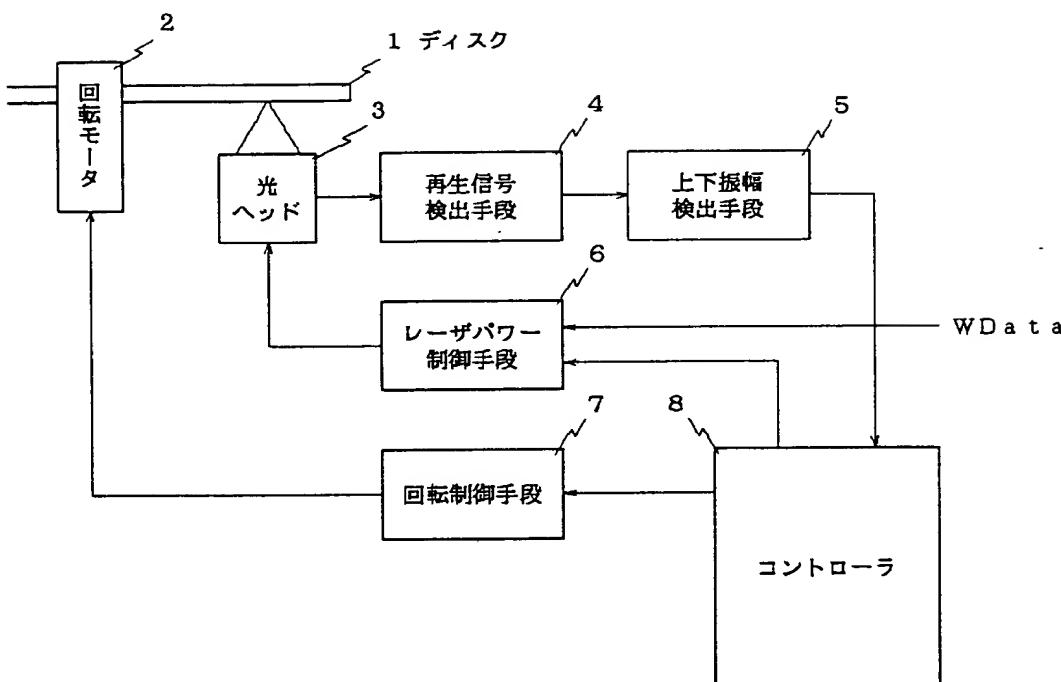
【図12】第5の実施の形態において、コントローラ15の状態遷移に基く記録パワー  $P_w$  と回転数  $V$  の関係を示す波形図である。

#### 【符号の説明】

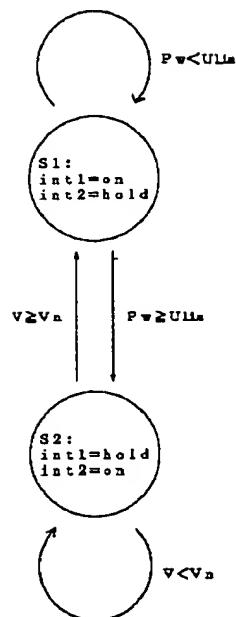
- 1 ディスク
- 2 回転モータ
- 3 光ヘッド
- 4 再生信号検出手段
- 5 上下振幅検出手段
- 6 レーザパワー制御手段
- 7 回転制御手段
- 8 コントローラ

- 40 1 1 B レベル検出手段
- 1 2 比較器
- 1 3 第1の積分器
- 1 4 第2の積分器
- 1 5 コントローラ

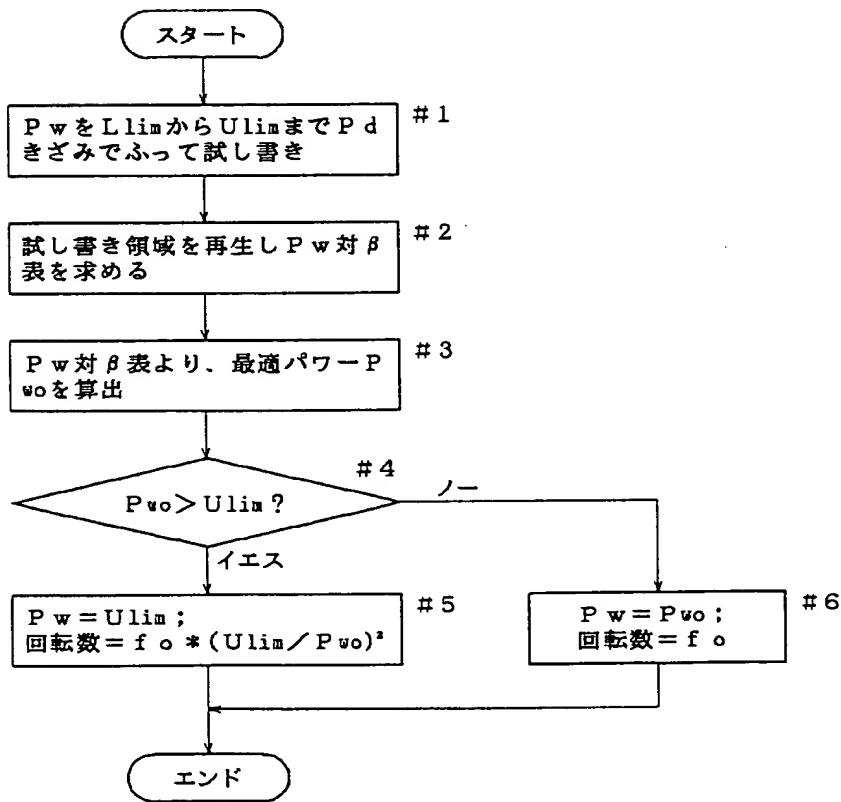
【図1】



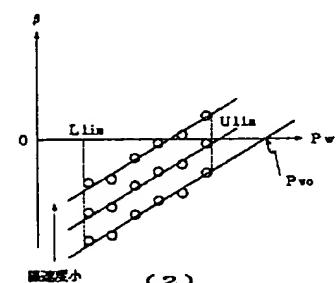
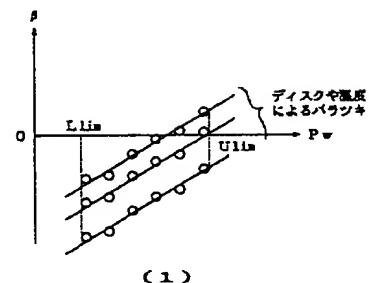
【図9】



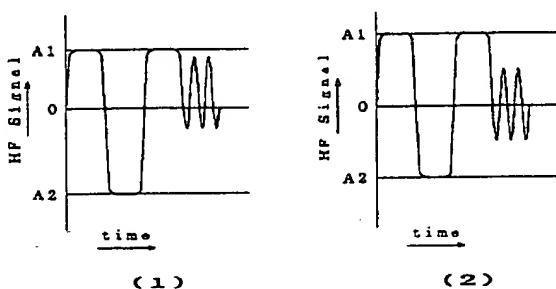
【図2】



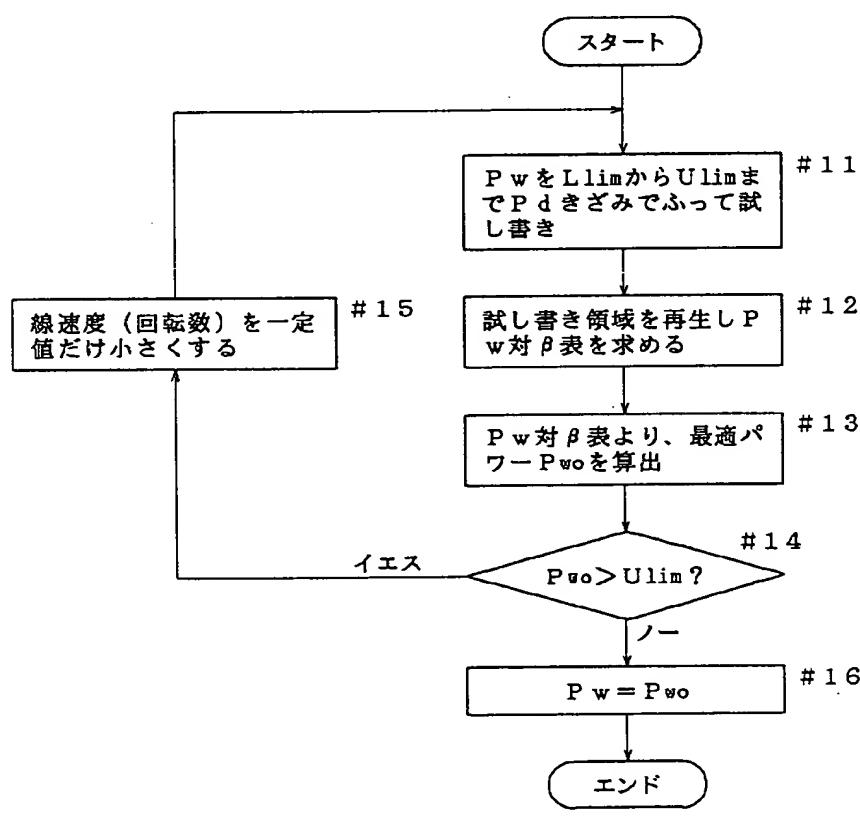
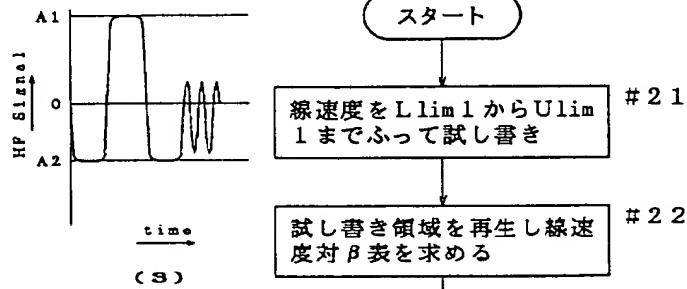
【図5】



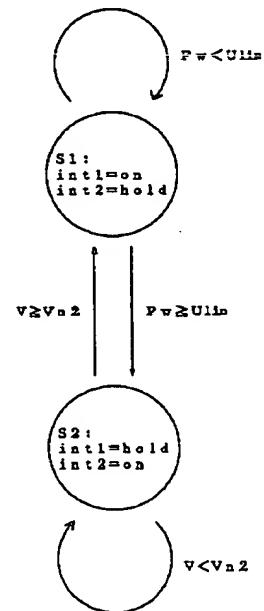
【図3】



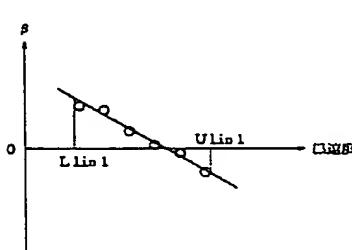
【図4】



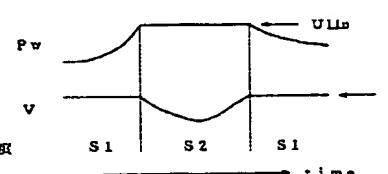
【図11】



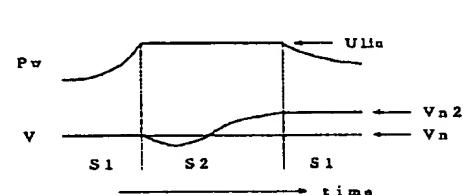
【図7】



【図10】



【図12】



【図8】

